

基于GA-BP的企业利益相关者绩效评价

肖德云¹, 蒋元涛², 付智慧³

(1. 武汉理工大学 经济学院, 湖北 武汉 430070;

2. 上海财经大学 信息经济管理系, 上海 200433;

3. 湖北大学 教育学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 企业绩效评价对企业的战略控制意义重大, 利益相关者绩效评价是战略绩效评价的最新进展, 设计了动态利益相关者绩效评价指标体系。基于遗传算法和神经网络设计了企业绩效评价的误差反向传播 GA-BP 模型。遗传算法具有快速学习网络权重和全局搜索的能力, 有效地解决了 BP 算法的局部收敛问题。误差反向传播的遗传—神经网络 (GA-BP) 模型提高了企业绩效评价的效率和效果。

关键词: GA-BP 模型; 绩效评价; 利益相关者

中图分类号: F270

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)09-0123-03

0 前言

绩效评价对于企业的管理控制至关重要, 绩效管理经历了财务绩效评价模型阶段; 基于价值管理的阶段, 代表性的有 EVA 模型 (Stewart, 1999)^[1]; 基于战略的财务指标和非财务指标相结合的绩效管理阶段, 代表性的有平衡积分卡 (Robert S.Kaplan, David P.Norton, 1996)^[2], Tableaux De Bord (Epstein, M. and Manzoni, 1998)^[3], 绩效金字塔等 (McNair, C.J., Lynch, R.L. and Cross, K.L., 1990)^[4]。利益相关者理论对企业绩效评价产生了重要的影响, 国外很多学者对此进行了大量的探讨, 最早由阿特金森·詹森 (Jensen) 于 1998 年提出利益相关者的战略业绩评价系统, 作为对平衡积分卡的改进^[5]。利益相关者理论的深入发展, 绩效评价引入利益相关者成为大势所趋, 利益相关者理论引入绩效评价还是在战略绩效的范畴之内, 它是对战略绩效的重要补充。由英国利里教授等人提出的业绩三棱镜是有代表性的利益相关者绩效评价模型^[6]。从总体上可将目前国内外常

用的综合评价方法分为: 专家评价法、经济分析法、运筹学和其它数学方法如数据包络法 (DEA)、模糊综合评价法、层次分析法、数理统计方法 (王宗军, 1998)^[7]。引入非财务指标体系是绩效评价的必然趋势, 绩效评价对于企业的战略执行意义重大, 绩效评价是一种有效的战略控制工具, 利用绩效评价可以实现企业诊断式控制和交互式控制 (Simons, R, 1995)^[8]。神经网络对于解决非线性问题具有较好的效果, 一个 3 层 BP 网络可以以任意精度去逼近任意映射关系, 但 BP 神经网络模型存在收敛速度较慢且容易陷入局部极小等缺陷。运用遗传算法能够显著提高神经网络的性能, 本文在通过遗传算法实现神经网络权重的优化, 提高企业利益相关者绩效评价的效率和效果。

1 我国企业绩效评价动态指标体系构建

1.1 一般指标体系构建

从以上的实证分析可以看出, 非财务层

面的评价指标和中国整体经营绩效有着密切的相关性, 将非财务的评价指标纳入考虑是中国企业绩效评价的必然趋势。不同的利益相关者在企业的绩效评价中得到了重视。基于战略管理和利益相关者理论, 顺应知识经济中智力资本的引擎作用和财务指标体系和非财务评价指标体系相结合的趋势, 将重要的利益相关者股东、员工、相关企业 (上下游企业)、社会和智力资本等方面的绩效评价纳入绩效评价指标体系, 我们建立了企业利益相关者绩效评价的一般指标体系, 包括 6 个层面的指标体系: 财务绩效评价指标、技术创新绩效评价指标、顾客层面绩效评价指标、业务流程绩效评价指标、发展潜力绩效评价指标和社会和环保绩效评价指标。

1.2 企业绩效评价动态指标体系构建

运用主成分分析法对每个层面的指标进行筛选, 方差贡献率取 85%。对于保留的主成份中的指标进行判断, 筛选掉系数较小的指标, 保留系数较大的指标, 即为主成份

收稿日期: 2005-11-04

基金项目: 国家自然科学基金项目 (70272033)

作者简介: 肖德云 (1972-), 男, 江西九江人, 武汉理工大学经济学院博士后、讲师, 研究方向为战略管理与国际投资; 蒋元涛 (1975-), 山东泰安人, 上海财经大学信息经济管理系博士后; 付智慧 (1978-), 女, 湖北房县人, 湖北大学教育学院硕士研究生。

指标。在主成份分析形成的指标基础上,运用标杆瞄准的方法,选取本行业或其它行业相关企业的实际指标数据进行分析,筛选掉和大多数标杆企业数据相差较小的指标,这样就形成我们的企业绩效评价动态指标体系。

2 GA-BP 模型

人工神经网络 (Simon Haykin.,2001)^[9]是由大量称为神经元的简单信息单元广泛连接组成的复杂网络,用于模拟人类大脑神经网络的结构和行为。它不仅具有许多优点,如自适应、自组织性等,且善于从近似的、不确定的,甚至相互矛盾的知识环境中做出决策。BP网络是目前使用最为广泛的神经网络。理论上已经证明,一个3层BP网络可以以任意精度去逼近任意映射关系,3层BP网络的拓扑结构如图1所示。

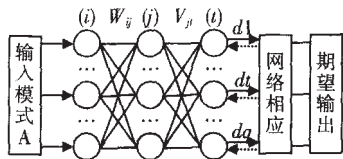


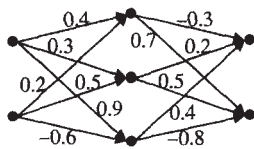
图1 神经网络拓扑结构

遗传算法(Genetic Algorithm)是由美国Michigan大学 Holland 于1975年提出的自适应优化搜索算法^[10],它是一种基于达尔文的自然界生物进化论的计算方法,将生物的进化抽象地描述为复制、交叉和变异,它不但体现了适者生存、优胜劣汰的进化规则,而且具有较强的鲁棒性和自适应性,为解决复杂优化问题提供了新途径。BP神经网络的学习算法是基于梯度下降的,这种方法容易使问题的解陷入局部极小值。遗传算法(GA)能有效地提高神经网络的训练功效,它不要求目标函数连续,也不要求可微,仅要求问题可计算,而且它的搜索始终遍及整个解空间,因此容易得到全局最优解。遗传算法擅长全局搜索,而神经网络在用于局部搜索时显得比较有效,因此将遗传算法和BP算法相结合,两者各自取其优点。

面向神经网络权重学习的遗传算法如下:

(1) 权重编码。神经网络的神经网络结构参数和权重学习是一个复杂的连续参数优化问题,如果采用二进制编码,会造成编码串太长,且需要再解码为实数,使权重

变化为步进,影响网络学习精度。本文采用实数编码,权重描述为染色体,图2为一权重编码实例,神经网络的各个权重按照一定的规则连为一个长串(一个染色体),串上的每一个位置对应着网络的一个权重的组合。



染色体编码:0.4,0.3,0.9,0.2,0.5,-0.6,-0.3,0.7,0.2,0.5,0.4,-0.8

图2 神经网络权重学习问题的编码方式

(2) 适应度函数 f 。将染色体上表示的各个权重分配到给定的网络结构中,网络以训练样本集为输入输出,运行后返回误差平方和定义为 $\sum_{i=1}^n e_i^2$, C_{max} 为可能产生的误差的最大值,染色体的适应度函数为:

$$f = \begin{cases} C_{\text{max}} - \sum_{i=1}^n e_i^2, & \sum_{i=1}^n e_i^2 < C_{\text{max}} \\ 0, & \sum_{i=1}^n e_i^2 \geq C_{\text{max}} \end{cases} \quad (1)$$

(3) 遗传算子。对于不同的应用问题,可以确定不同的遗传算子,采用权重交叉和权重变异算子,如图3所示。权重交叉算子:交叉有单点交叉、双点交叉和多点交叉,本文选用三点交叉。对于子代染色体中的每一个权重输入位置,交叉算子从两个亲代染色体中随机选取3个交叉位置,并将这一代染色体在交叉位置进行交叉运算,子代染色体便含有两个亲代的遗传基因。

(4) 权重变异算子。在遗传操作过程中,交叉率 P_c 和变异率 P_m 的大小对遗传算法的运行性能有较大的影响。为了尽量不破坏适应度高的个体同时还能够保证种群多样性,本文采用自适应的交叉率和变异率,其公式如下:

$$P_c = \begin{cases} k_1(f_{\text{max}} - f) / (f_{\text{max}} - f_{\text{avg}}), & f > f_{\text{avg}} \\ k_2, & f < f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (2)$$

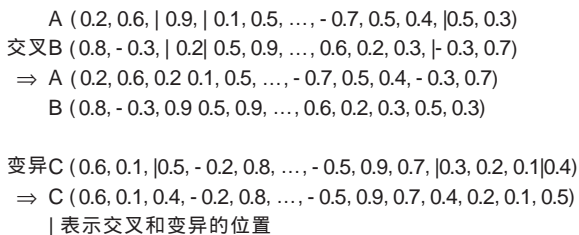


图3 权重交叉和变异算子示意

$$P_m = \begin{cases} k_3(f_{\text{max}} - f_i) / (f_{\text{max}} - f_{\text{avg}}), & f_i > f_{\text{avg}} \\ k_4, & f_i < f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (3)$$

式中 k_1, k_2, k_3, k_4 是取值范围为 $[0,1]$ 的常数, f 是要交叉的两个个体适应度中较大的一个, f_i 是要变异的个体的适应度, f_{max} 是种群中最大的适应度, f_{avg} 是种群的平均适应度。在训练过程中,部分个体适应度 f_i 接近于最大适应度 f_{max} 时(相对于平均适应度 f_{avg}),将出现其交叉率和变异率都很低的情况,这样该个体将过多保留,从而造成早熟现象;同理,当适应度 f_i 接近平均值适应度 f_{avg} 时,个体将无法保留。为了避免上述情况的发生,可以分别为变异率、交叉率规定上限和下限(其取值可由经验获得)。

3 GA-BP 模型的算法流程

遗传算法对于全局搜索具有较强的鲁棒性和较高的效率,但不适合候选解的精调,难以确定它们的确切位置。将GA与BP结合,可以避免各自存在的问题,综合各自的优越性,即GA的全局收敛性和BP局部搜索的快速性。GA、BP的结合方法是:确定网络结构参数;随机生成初始种群,按照一定的规则将网络权重进行编码形成染色体;运用初始染色体种群进行网络计算;进行网络适应度评价,选择适应度高的染色体;若不满足评价条件,由对染色体进行遗传选择、变异和交叉操作,产生新的染色体,直到满足适应度评价函数(主要是进行网络权重的初选,以加快网络训练速度);选择一个最优染色体作为网络权重,进行网络的训练和评价。其工作流程如图4所示。

4 GA-BP 模型在企业绩效评价中的应用

基于企业战略考虑的财务评价指标和非财务评价指标的结合是企业绩效评价的必然趋势,本课题研究采用财务层面的指标、技术创新层面的指标、顾客层面的指标、业务流程层面的指标、发展潜力层面的指标和社会和环保层面的指标,并运用标杆方法结合主成分分析法筛选、确定指标,限于篇幅在此就不赘述。运用GA-BP神经网络模型进行了模型训练实证分析,得到了武钢焦化公司的支持并提供了相关的数据。武钢焦化公司是生产冶金焦炭和多种煤化工产品的现代大型煤化工企业,结合该行业数据的

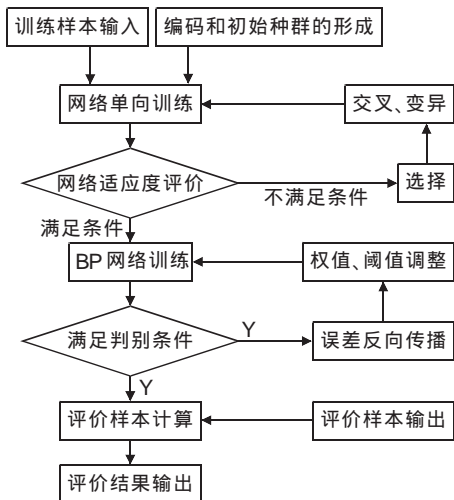


图4 GA-BP算法流程

提供范围和焦化行业的时间序列投资指标的分析,运用标杆瞄准的方法,采用专家们对能源煤化工行业的判断分析,我们得到了投资报酬率、知识与智力资产贡献价值增长率、研发费用率、新产品产销率、相对市场占有率、职员保持率(员工满意度)、产品生产周期效率、产品达标率、销售增长率、技术投入比率、环保投入资金率、原料的可回收率12个指标,剔除了不规则的指标数据的项目后,采用焦化行业2000年相关指标10个项目的数据应用GA-BP模型对训练样本,采用Matlab编制程序,运用遗传算法优化得到12×8 BP神经网络模型结构。数据训练样本如表3所示,进行训练,学习效率0.5,动量因子0.9,收敛精度0.001,仅需训练7033次,训练耗时3.13秒,提高了学习效率,结果较为理想。模型的隐含层矩阵如表2、表3所示,实际输出、理想输出和绩效的类型如表4所示。

参考文献:

[1] Stewart, G.B. The Quest for Value. Harper Business, New York, 1999.
 [2] Robert S. Kaplan, David P. Norton. Using the Balanced Scorecard as a strategic Management System[M]. Harvard Business Review. January-February, 1996.
 [3] Epstein, M. and Manzoni, J.F. Implementing corporate strategy: from tableaux de bord to balanced scorecards. European Management Journal 1998, (11):43-57.
 [4] McNair, C.J., Lynch, R.L. and Cross, K.L. Do financial and nonfinancial performance measures have to agree? Management Accounting 1990, 75,

表1 企业绩效评价标杆企业数据

指标	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}
项目1	0.055	0.25	0.20	0.85	0.12	0.80	0.81	0.93	0.12	0.31	0.03	0.43
项目2	0.085	0.30	0.25	0.90	0.08	0.87	0.75	0.91	0.14	0.35	0.04	0.51
项目3	0.08	0.4	0.3	0.9	0.16	0.7	0.78	0.90	0.1	0.35	0.05	0.6
项目4	0.35	0.2	0.3	0.7	0.07	0.6	0.6	0.85	0.07	0.3	0.02	0.4
项目5	0.04	0.35	0.25	0.7	0.13	0.75	0.6	0.80	0.10	0.32	0.025	0.42
项目6	0.08	0.56	0.35	0.85	0.16	0.85	0.56	0.80	0.12	0.36	0.03	0.5
项目7	0.06	0.4	0.3	0.75	0.18	0.88	0.65	0.8	0.14	0.38	0.025	0.5
项目8	0.05	0.3	0.36	0.72	0.18	0.685	0.68	0.81	0.2	0.35	0.3	0.45
项目9	0.078	0.29	0.31	0.87	0.08	0.86	0.80	0.87	0.13	0.34	0.04	0.52
项目10	0.075	0.30	0.32	0.79	0.12	0.73	0.79	0.85	0.11	0.36	0.04	0.51

表2 神经网络输入层与隐含层权系数矩阵 W_{ij}

W_{ij}	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$	$j=6$
$i=1$	3.14430	0.75003	0.642639	0.91731	0.52301	1.11221
$i=2$	-0.36190	-1.10885	-0.88831	-1.22986	-0.78618	-1.59482
$i=3$	-0.42825	-2.41376	-1.86872	-2.67080	-1.47863	-3.54149
$i=4$	-1.03871	-4.41880	-3.55056	-4.86716	-2.84773	-6.39911
$i=5$	8.62121	1.59419	1.22540	1.72836	1.03693	2.34172
$i=6$	-0.86279	-3.20686	-2.59437	-3.57848	-2.12585	-4.66594
$i=7$	-0.88146	-3.13482	-2.56115	-3.50556	-2.05719	-4.60579
$i=8$	-0.54166	0.64044	0.465162	-0.74676	0.247934	1.10614
$i=9$	-0.21300	2.786507	2.16355	3.05755	1.743228	4.133253
$i=10$	-0.08830	0.753347	0.574033	0.91321	0.44635	1.140518
$i=11$	-1.07684	-0.32865	-0.29164	-0.37860	-0.23442	-0.47524
$i=12$	-0.64210	-2.62718	-2.09498	-2.87809	-1.73722	-3.75302

表3 神经网络隐含层与输出层权系数矩阵 V_{jt}

V_{jt}	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$	$j=6$
$t=1$	-1.25283	-6.74879	-5.28142	-7.58244	-4.1402	-10.3342
$t=2$	-3.81783	-3.72692	-3.80138	-3.81914	-3.77249	-3.76011
$t=3$	1.310874	6.72253	5.23395	7.526754	4.24002	10.37831

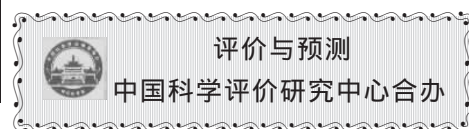
表4 训练输出结果

	实际输出1	实际输出2	实际输出3	理想输出	绩效
项目1	0.0001746	0.9995798	0.0001252	[0,1,0]	中
项目2	0.9997105	0.0001832	0.0001835	[1,0,0]	优
项目3	0.0001009	0.9997311	0.0001251	[0,1,0]	中
项目4	0.0001231	0.0002763	0.9997600	[0,0,1]	差
项目5	0.0001267	0.00013455	0.9994896	[0,0,1]	差
项目6	0.9998673	0.0003671	0.0001671	[1,0,0]	优
项目7	0.9995890	0.0001432	0.0001335	[1,0,0]	优
项目8	0.0003101	0.0002831	0.9997355	[0,0,1]	差
项目9	0.9997346	0.0001392	0.0001392	[0,1,0]	中
项目10	0.0001045	0.9997650	0.0001245	[0,1,0]	中

[7] 王宗军.综合评价的方法、问题及其研究趋势[J].管理科学学报, 1998, (1): 73-79.
 [8] Simons, R. Levers of control: How managers Use Innovative Control systems to Drive Strategic Renewal. Harvard Business School Press, Boston, 1995.
 [9] Simon Haykin. Neural Networks a Comprehensive Foundation [M]. Prentice Hall, 2001.
 [10] Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems[M]. MIT Press, 1975.

[5] Anthony A. Atkinson, John H. Waterhouse, Robert B. Wells, A Stakeholder Approach to Strategic Performance Measurement, Management Review, 1997.
 [6] Andy Neely, Chris Adams. Perspectives on Performance: The Performance Prism. Center for Business Performance, Cranfield School of Management. 2000.

(责任编辑: 赵贤瑶)



评价与预测
中国科学评价研究中心合办